



TUGAS AKHIR - SS 145561

**PERENCANAAN KUALITAS PROSES *FILLING* TEH  
BOTOL SOSRO 220 ML DI PT. SINAR SOSRO  
MOJOKERTO DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS  
KOMPONEN VARIANS**

**FITRIA EVIANA  
NRP 1313 030 014**

**Dosen Pembimbing  
Drs. Haryono, MSiE**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**PERENCANAAN KUALITAS PROSES *FILLING* TEH BOTOL  
SOSRO 220 ML DI PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO DENGAN  
MENGUNAKAN ANALISIS KOMPONEN VARIANS**

**FITRIA EVIANA  
NRP 1313 030 014**

**Dosen Pembimbing  
Drs. Haryono, MSIE**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - SS 145561**

**QUALITY PLANNING OF FILLING PROCESS TEH BOTOL  
SOSRO 220 ML IN PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO WITH  
VARIANCE COMPONENT ANALYSIS**

**FITRIA EVIANA  
NRP 1313 030 014**

**Supervisor  
Drs. Haryono, MSIE**

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN KUALITAS PROSES *FILLING***  
**TEH BOTOL SOSRO 220 ML DI PT. SINAR SOSRO**  
**MOJOKERTO DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS**  
**KOMPONEN VARIANS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi Diploma III Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**FITRIA EVIANA**  
**NRP. 1313 030 014**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

**Drs. Haryono, MSIE**  
**NIP. 19520919 197901 1 001**

(.....)

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



**Dr. Suhartono**  
**NIP. 19710929 199512 1 001**

**SURABAYA, JUNI 2016**

**LEMBAR PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Fitria Eviana  
Nrp. : 1313030014  
Jurusan / Fak. : D3 STATISTIKA / EMIPA  
Alamat kontak : Kepuh Gang Makam Blok B no 22  
a. Email : fitria.eviana@gmail.com  
b. Telp/HP : 08977300955

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

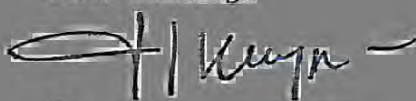
Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*) kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perencanaan Kualitas Proses Filling Teh Botol Sosro 220 ml di PT-Sinar Sosro Mojokerto dengan Menggunakan Analisis Komponen Varian

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dosen Pembimbing 1



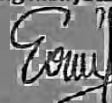
Drs. Haryono, MSTE

NIP. 19520919 197901 1 001

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal : 27 Juni 2016

Yang menyatakan,



FITRIA EVIANA

Nrp. 1313030014

**KETERANGAN:**

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

# **PERENCANAAN KUALITAS PROSES *FILLING* TEH BOTOL SOSRO 220 ML DI PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS KOMPONEN VARIANS**

**Nama Mahasiswa : Fitria Eviana**  
**NRP : 1313 030 014**  
**Jurusan : Diploma III Statistika**  
**Dosen Pembimbing : Drs. Haryono, MSIE**

## **Abstrak**

*PT. Sinar Sosro merupakan perusahaan teh siap minum yang pertama di Indonesia. Teh Botol Sosro 220 ml merupakan salah satu produk yang paling banyak diminati oleh konsumen, dalam pengendalian kualitasnya masih bersifat atribut. Seringkali ketidaksesuaian produk terbesar disebabkan oleh variabel volume non standart, sehingga pada penelitian ini dilakukan pengendalian kualitas yang bersifat variabel dengan melakukan pengukuran terhadap volume. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengendalian proses produksi, mengetahui kapabilitas proses dan penyebab volume tidak terkendali. Dari hasil analisis yang telah dilakukan disimpulkan bahwa pada variabilitas proses sudah terkendali secara statistik, namun pada mean proses belum terkendali secara statistik. Proses yang telah dilakukan pada pengisian volume belum kapabel dan sesuai dengan spesifikasi. Berdasarkan hasil analisis komponen varians yang telah dilakukan, penyebab utama volume yang tidak terkendali adalah faktor produk (proses produksi). Oleh karena itu, sebaiknya dilakukan perbaikan pada proses produksi agar proses dapat terkendali secara statistik.*

**Kata kunci :** *Analisis Komponen Varians, Kapabilitas Proses, Peta Kendali Variabel, Teh Botol Sosro 220 ml, Volume*



# QUALITY PLANNING OF FILLING PROCESS TEH BOTOH SOSRO 220 ML IN PT. SINAR SOSRO MOJOKERTO WITH VARIANCE COMPONENT ANALYSIS

**Name** : Fitria Eviana  
**NRP** : 1313 030 014  
**Department** : Diploma III Statistics  
**Supervisor** : Drs. Haryono, MSIE

## Abstract

*PT. Sinar Sosro is the first company for beverages of tea bottle in Indonesia. One of the product teh botol sosro 220 mL is the most favorites demands by customers, For quality control still use atributes methods. Majority mismatch product is cause of quality characteristic non-standards volume. So in this research focused on quality control which characteristic variable with measurement of the bottle volume. The research goal to determine the result of the production process control, process capability and determine the cause uncontrolled volume. From the analysis that has been done can be concluded that the process variability has been controlled by statistically, but the mean process is not yet under control by statistically. The process that has been done for filling volume teh botol sosro 220 ml is not yet capable and accordance with specifications. The result analysis of variance components that has been done, the main cause of uncontrolled volume is a manufacturer process. Therefore, should be improvements in the manufacturing so that process can be controlled statistically and according to predetermined specifications.*

**Keywords:** *Variance Components Analysis, Process Capability, Control Chart for Variables, Teh Botol Sosro 220 ml, Volume*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Distribusi Normal .....	7
2.2 Uji Dua Sampel Independen ( <i>t-test</i> ) .....	8
2.3 Peta Kendali Variabel .....	8
2.4 Diagram <i>Ishikawa</i> .....	12
2.5 Rancangan Tersarang ( <i>Nested Structure</i> ) .....	13
2.6 Analisis Komponen Varians .....	15
2.7 Kapabilitas Proses .....	16
2.8 Proses Pengisian The Cair Manis .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	19
3.2 Variabel Penelitian .....	19
3.3 Langkah Analisis .....	20
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	21
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Statistika Deskriptif .....	23
4.2 Uji Asumsi Distribusi Normal .....	23
4.3 Uji Dua Sampel Independen ( <i>t-test</i> ) .....	24



4.4 Pengendalian Variabilitas dan <i>Mean</i> Proses.....	25
4.5 Identifikasi penyebab Tidak Terkendalinya Proses.....	26
4.6 Indeks Kapabilitas Proses.....	29

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	31
5.2 Saran.....	31

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Struktur Data Peta Kendali $\bar{x} - s$ .....	12
<b>Tabel 2.2</b> Struktur Data <i>Nested Structure</i> .....	15
<b>Tabel 2.3</b> Analisis Varians.....	14
<b>Tabel 2.4</b> Analisis Komponen Varians .....	16
<b>Tabel 3.1</b> Struktur Data Peta Kendali $\bar{x} - s$ .....	19
<b>Tabel 3.2</b> Struktur Data <i>Nested Structure</i> .....	20
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji Asumsi Distribusi Normal.....	24
<b>Tabel 4.2</b> <i>T-Test</i> Gelas Ukur Kaca dan Plastik.....	24
<b>Tabel 4.3</b> ANOVA <i>Nested Design</i> .....	28
<b>Tabel 4.4</b> Analisis Komponen Varians .....	29
<b>Tabel 4.5</b> Indeks Kapabilitas Proses .....	29

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Struktur Produk <i>Nested Structure</i> .....	15
<b>Gambar 2.2</b> Proses Pengisian Teh Cair Manis.....	18
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	22
<b>Gambar 4.1</b> Peta Kendali untuk Monitoring Variabilitas .....	25
<b>Gambar 4.2</b> Peta kendali untuk Monitoring <i>Mean</i> Proses .....	26
<b>Gambar 4.3</b> Diagram <i>Ishikawa</i> .....	27

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perusahaan dituntut untuk dapat menghasilkan kualitas produk yang konsisten agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Pengawasan terhadap produk mutlak diimplementasikan sebagai jaminan pada konsumen bahwa produk yang dilemparkan ke pasaran memiliki mutu yang baik. Proses ini dalam perusahaan masuk dalam bagian pengendalian kualitas, dengan proses pengendalian kualitas ini tidak hanya berlangsung pada hasil produk saja melainkan juga dimulai pada saat bahan baku masuk gudang sampai proses yang terjadi di bagian produksi. Pengendalian kualitas sangat penting bagi perusahaan dalam mempertahankan mutu produk yang dihasilkan. Kualitas produk yang selalu terjaga akan menekan biaya perbaikan dan pengembalian produk serta memberi kepuasan bagi konsumen. Pengendalian produksi akan menghasilkan efisiensi proses produksi sehingga dapat meminimumkan biaya produksi dan memberikan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan.

PT. Sinar Sosro merupakan perusahaan teh siap minum dalam kemasan botol yang pertama di Indonesia. PT. Sinar Sosro terus berinovasi dengan mengembangkan merek dan produk minuman yang bertujuan untuk memuaskan para konsumen dan pelanggan. Produk dari PT. Sinar Sosro antara lain adalah teh botol sosro, teh kotak, *S-tee*, *Fruit Tea* genggam dan lain-lain. PT. Sinar Sosro merupakan perusahaan yang memproduksi barang dalam jumlah yang besar sesuai dengan permintaan dari konsumen.

Teh Botol Sosro 220 ml merupakan salah satu produk yang paling banyak diminati oleh konsumen, sehingga PT. Sinar Sosro harus melakukan produksi secara *continue* atau terus menerus untuk memenuhi permintaan konsumen. Untuk mencegah adanya produk cacat sampai ke konsumen sehingga menyebabkan *rework* dan hilangnya kepercayaan konsumen. PT. Sinar Sosro melakukan pengendalian kualitas berupa pengidentifikasian produk cacat dan

meminimalisir adanya produk cacat. Karakteristik kualitas dari Teh Botol Sosro 220 ml adalah volume, tanpa tutup, kosong tertutup, tutup miring dan koding non standart. Produk Teh Botol Sosro 220 ml dapat dikatakan baik dan sesuai apabila tidak terdapat karakteristik cacat tersebut. Seringkali ketidaksesuaian produk terbesar disebabkan oleh karakteristik kualitas volume non standart, sehingga hal ini menjadi dasar dalam melakukan penelitian terhadap penyebab utama volume non standar pada Teh Botol Sosro 220 ml. Saat ini PT. Sinar Sosro hanya melakukan pengendalian kualitas yang bersifat atribut, dimana produk dapat dikatakan produk cacat atau tidak cacat berdasarkan alat yang disebut *light inspection*. Pemeriksaan ini bersifat manual yang dilakukan oleh petugas *selector*. Produk dapat dikatakan tidak cacat apabila masih berada pada batas atas dan batas bawah *light inspection* yaitu  $220 \pm 4$  ml. Produk yang lolos seleksi akan dilewatkan ke bagian penulisan kode produksi, sedangkan produk yang tidak lolos akan dibawa ke bagian pendaur ulangan (*recycling*). Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian secara variabel dengan mengukur produk yang terpilih sebagai sampel untuk dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur yang sesuai. Analisis yang sesuai dengan permasalahan tersebut dengan menggunakan peta kendali variabel untuk mengetahui apakah proses telah terkendali secara statistik dan analisis komponen varians untuk mengetahui penyebab utama volume non standart dengan melihat varians terbesar berdasarkan komponen penyusunnya yang nantinya dapat menjadi saran perbaikan untuk meminimalisir banyaknya volume non standart pada Teh Botol Sosro g 220 ml di PT. Sinar Sosro, Mojokerto.

Penelitian sebelumnya terkait pengendalian kualitas di PT. Sinar Sosro telah dilakukan oleh Mukodah (2010) menghasilkan kesimpulan bahwa dengan menggunakan konsep *six sigma* Motorola, proses *bottling* (pembotolan) produksi Teh Botol Sosro di PT. Sinar Sosro didapatkan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) sebesar 12.207 botol dan kapasitas sigma berada pada

level 3,75 dengan faktor penyebab terbesar adalah jenis kecacatan botol kotor.

Penelitian sebelumnya juga telah dilakukan oleh Priyambodo (2011) digunakan metode *fault tree analysis* pada kemasan produk *packaging fruit tea* genggam, menghasilkan kesimpulan bahwa jenis cacat *flep seal* tidak merekat persentasenya sebesar 22,2% dimana akar penyebabnya adalah operator yang melakukan *setting* mesin kurang tepat, mesin trobel dan kualitas bahan baku kurang bagus. *Seal* kemasan bocor persentasenya adalah 19,63% dimana akar penyebabnya adalah kurang terampil, *setting* mesin kurang tepat, *roll* perekat kurang panas dan aus. Kemasan penyok persentasenya 13,1% penyebabnya adalah *sliding roll* miring, posisi *cutter* kurang presisi, paper robek dan operator kurang teliti. Penyambungan paper persentasenya 4,8% akar penyebabnya adalah posisi *cutter* kurang presisi, *cutter* tumpul, paper robek dan operator kurang teliti, dan untuk *tanpa stow* / sedotan persentasenya 0,77% akar penyebabnya adalah operator kurang teliti, operator kurang tanggap pada pengaturan *speed* mesin, suhu nosel mesin glue terlalu panas dan nosel mesin glue buntu. Usulan perbaikan untuk perusahaan yaitu pada jenis cacat yang memiliki persentase lebih dari 10% dapat dilakukan *Correction Action*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Karakteristik kualitas dari Teh Botol Sosro 220 ml adalah volume non standart, tanpa tutup, kosong tertutup, tutup miring dan koding non standart. Produk Teh Botol Sosro 220 ml dapat dikatakan baik dan sesuai apabila tidak terdapat karakteristik cacat tersebut. Seringkali ketidaksesuaian produk terbesar disebabkan oleh variabel volume non standart, sehingga hal ini menjadi dasar dalam melakukan penelitian terhadap penyebab utama volume non standar pada Teh Botol Sosro 220 ml. Saat ini PT. Sinar Sosro hanya melakukan pengendalian kualitas yang bersifat atribut, dimana produk dapat dikatakan produk cacat atau tidak cacat berdasarkan alat yang disebut *light inspection*. Pemeriksaan ini

bersifat manual yang dilakukan oleh petugas *selector*. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian secara variabel, sehingga permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah proses *filling* yang merupakan proses pengisian teh cair manis sudah terkendali menggunakan peta kendali variabel, bagaimana kapabilitas proses *filling* pada Teh Botol Sosro 220 ml di PT. Sinar Sosro, Mojokerto dan apakah penyebab utama volume non standart pada Teh Botol Sosro 220 ml di PT. Sinar Sosro, Mojokerto?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin didapatkan berdasarkan perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui apakah proses *filling* pada Teh Botol Sosro 220 ml sudah terkendali secara statistik.
2. Mengetahui penyebab utama volume non standart pada Teh Botol Sosro 220 ml di PT. Sinar Sosro, Mojokerto.
3. Menghitung kapabilitas proses produksi pada Teh Botol Sosro 220 ml di PT. Sinar Sosro, Mojokerto.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan dapat mengetahui sejauh mana proses produksi telah berjalan dengan baik di dalam batas toleransi yang telah ditetapkan sehingga membantu dalam proses mengurangi variabilitas.
2. Dapat memberikan masukan bagi perusahaan dalam rangka memperbaiki proses produksi dengan mengetahui penyebab utama volume non standart pada Teh Botol Sosro 200 ml.

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah.

1. Karakteristik kualitas yang diteliti adalah volume dari karakteristik kualitas Teh Botol Sosro 220 ml yaitu kosong tertutup, tutup miring dan koding non standart.



2. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur volume Teh Botol Sosro 220 ml adalah gelas ukur kaca dan plastik.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Distribusi Normal

Pengujian distribusi normal merupakan asumsi yang harus terpenuhi sebelum membuat peta kendali variabel. Uji satu sampel distribusi normal digunakan untuk mengetahui apakah distribusi nilai-nilai sampel yang teramati telah berdistribusi normal. Uji *Ryan-Joiner* merupakan nilai koefisien korelasi yang menunjukkan korelasi antara data dengan nilai normal pada data tersebut. Jika koefisien korelasi mendekati 1, maka semakin mendekati plot probabilitas normal. Perumusan hipotesis yang digunakan dalam pengujian asumsi distribusi normal dengan menggunakan uji *Ryan-Joiner* adalah.

$H_0$  : Data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : Data sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n y_i b_i}{\sqrt{s^2 (n-1) \sum_{i=1}^n b_i^2}} \quad (2.1)$$

dimana :

$$b_i \approx Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (2.2)$$

dengan :

$y_i$  : nilai pengamatan

$b_i$  : normal skor data

$s^2$  : varians sampel

Tolak  $H_0$  apabila  $R \leq c_\alpha$  (Devore & Berk, 2007).

## 2.2 Uji Dua Sampel Independen (*t-test*)

Uji dua sampel independen adalah uji *t* dimana dua sampel saling bebas atau tidak berhubungan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menguji rata-rata dua sampel saling bebas. Pengujian dua sampel independen adalah sebagai berikut.

1. Menentukan hipotesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

2. Menentukan taraf signifikan
3. Menentukan daerah keputusan

$$H_0 \text{ ditolak jika } t < -t_{(\alpha/2; n_1+n_2-2)} \text{ dan } t > t_{(\alpha/2; n_1+n_2-2)}$$

4. Menentukan statistik uji

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_{x_1x_2} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (2.3)$$

dimana :

$$s_{x_1x_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$\bar{X}_1$  = rata-rata sampel 1

$\bar{X}_2$  = rata-rata sampel 2

$s_{x_1x_2}$  = gabungan dua standar deviasi

$n_1$  = jumlah sampel 1

$n_2$  = jumlah sampel 2

(Walpole et al, 2012).

## 2.3 Peta Kendali Variabel

Pengendalian kualitas untuk data variabel sering disebut dengan metode peta kendali variabel. Manfaat pengendalian kualitas proses untuk data variabel adalah memberikan informasi

mengenai perbaikan kualitas, menentukan kemampuan proses setelah perbaikan kualitas tercapai, membuat keputusan yang berkaitan dengan spesifikasi produk, membuat keputusan yang berkaitan dengan proses produksi, membuat keputusan terbaru yang berkaitan dengan produk yang dihasilkan (Montgomery, 2009). Peta kendali variabel yang digunakan yaitu kendali  $\bar{x} - s$  yang dijelaskan sebagai berikut:

Peta kendali  $\bar{x} - s$  adalah peta kendali yang digunakan untuk pengendalian karakteristik mutu yang dapat dinyatakan secara numerik, umumnya peta kendali ini disebut  $\bar{x} - s$  chart. Peta kendali  $\bar{x}$  (rata-rata) dan  $s$  (standar deviasi) digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik yang berdimensi kontinyu. Peta kendali  $\bar{x} - s$  digunakan jika ukuran subgrup ( $n$ ) yang digunakan lebih dari 10 (Montgomery, 2009).

Struktur data untuk pembuatan peta kendali  $\bar{x} - s$  adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.1** Struktur Data untuk Peta Kendali  $\bar{x} - s$

Subgroup	Ukuran sampel				$\bar{x}$	$s$
	1	2	...	$n$		
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{1.}$	$x_{1n}$	$\bar{x}_1$	$s_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{2.}$	$x_{2n}$	$\bar{x}_2$	$s_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{3.}$	$x_{3n}$	$\bar{x}_3$	$s_3$
...	$x_{.1}$	$x_{.2}$	$x_{..}$	$x_{.n}$	$\bar{x}_{...}$	$s_{---}$
$m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	$x_{m.}$	$x_{mn}$	$\bar{x}_m$	$s_m$
	Rata-rata				$\bar{\bar{x}}$	$\bar{s}$

Peta kendali  $s$  menjelaskan apakah perubahan-perubahan terjadi dalam ukuran variasi, dengan demikian berkaitan dengan homogenitas produk yang dihasilkan melalui suatu proses. Langkah-langkah untuk membuat peta kendali  $s$  sebagai berikut.

1. Menghitung nilai standart deviasi sampel, dengan menggunakan estimasi  $\sigma$  yaitu.

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

2. Menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah dari standart deviasi. Untuk menentukan batas kendali atas dan bawah diperlukan taksiran untuk  $s$ . Namun, standar deviasi  $s$  bukan merupakan estimator dari  $\sigma$ . Jika data yang diamati mengikuti distribusi normal, maka  $s$  dapat diestimasi dengan  $c_4\sigma$  dimana  $c_4$  adalah konstanta yang bergantung dengan ukuran sampel  $n$ . Selanjutnya standar deviasi  $s$  adalah  $\sigma\sqrt{1-c_4^2}$ . Nilai standar deviasi diestimasi dari  $\sigma$ . Sehingga

$E(s) = c_4\sigma$ , maka batas tengah untuk grafik adalah  $c_4\sigma$ .

Dengan demikian batas kendali dari peta kendali  $s$ , untuk  $3\sigma$  adalah sebagai berikut.

$$BKA = c_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.6)$$

$$BKB = c_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.7)$$

Jika dimisalkan,

$$B_5 = c_4 - 3\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.8)$$

$$B_6 = c_4 + 3\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.9)$$

Sehingga dapat didefinisikan batas kendali atas dan batas kendali bawah pada peta kendali  $s$  dengan nilai standar untuk  $\sigma$  menjadi sebagai berikut.

$$BKA = B_6\sigma \quad (2.10)$$

$$BKB = B_5\sigma \quad (2.11)$$

Nilai  $B_5$  dan  $B_6$  merupakan nilai koefisien peta kendali  $s$ . Jika tidak terdapat standar deviasi untuk  $s$ , maka harus diestimasi dengan menganalisis data masa lalu. *Subgroup* adalah  $m$ , dengan ukuran sampel  $n$  dan  $s_i$  merupakan standar deviasi dari sampel ke  $i$ .

Rata-rata dari standar deviasi  $m$  adalah.

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m s_j \quad (2.12)$$

Nilai statistik  $\frac{\bar{s}}{c_4}$  merupakan estimator tak bias dari  $\sigma$ .

Sehingga parameter peta kendali  $s$  menjadi sebagai berikut.

$$BKA = \bar{s} + 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (2.13)$$

$$GT = \bar{s} \quad (2.14)$$

$$BKB = \bar{s} - 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (2.15)$$

Nilai konstanta pada persamaan (2.13) dan (2.15) didapatkan dari persamaan (2.16) dan (2.17) sebagai berikut.

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (2.16)$$

$$B_4 = 1 + \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \quad (2.17)$$

Sehingga dapat didefinisikan batas kendali untuk peta kendali  $s$  adalah sebagai berikut.

$$BKA = B_4 \bar{s} \quad (2.18)$$

$$GT = \bar{s} \quad (2.19)$$

$$BKB = B_3 \bar{s} \quad (2.20)$$

Jika hasil dari perhitungan peta kendali  $s$  tidak ada data yang keluar dari batas kendali sehingga dapat dilanjutkan dengan melakukan analisis dan membuat peta kendali  $\bar{x}$ , namun jika ada data yang keluar dari batas kontrol maka data harus dikendalikan terlebih dahulu dengan mencari terlebih dahulu penyebabnya.

Peta kendali  $\bar{x}$  menjelaskan tentang apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran titik pusat atau rata-rata dari suatu proses. Langkah-langkah untuk membuat peta kendali  $\bar{x}$  sebagai berikut.



1. Menghitung rata-rata data yang digunakan.

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{mi}}{n} \quad (2.21)$$

2. Menghitung rata-rata dari rata-rata yang didapatkan dari data.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{x}_j}{m} \quad (2.22)$$

3. Menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah dari  $\bar{x}$ .

Jika  $\bar{s}/c_4$  digunakan untuk menaksir  $\sigma$ , maka didapatkan batas kendali sebagai berikut.

$$BKA = \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{s}}{c_4\sqrt{n}} \quad (2.23)$$

$$GT = \bar{\bar{x}} \quad (2.24)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{s}}{c_4\sqrt{n}} \quad (2.25)$$

Nilai konstanta  $A_3 = \bar{s}/c_4$ , sehingga batas kendali untuk peta kendali  $\bar{x}$  dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$BKA = \bar{\bar{x}} + A_3\bar{s} \quad (2.26)$$

$$GT = \bar{\bar{x}} \quad (2.27)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - A_3\bar{s} \quad (2.28)$$

## 2.4 Diagram *Ishikawa*

Diagram *Ishikawa* atau sebab akibat merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan dengan jelas berbagai sumber ketidaksesuaian dalam produk dan saling berhubungan. Diagram *Ishikawa* bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab dari suatu proses tidak menghasilkan

produk yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan. Jika penyebabnya sudah diketahui maka perlu dilakukan tindakan untuk mengatasi penyebab masalah tersebut. Penyebab terjadinya masalah yaitu manusia (*personnel*), material (*material*), metode (*methods*), mesin (*machines*), pengukuran (*measurement*) dan lingkungan (*environment*) (Montgomery, 2009).

## 2.5 Rancangan Tersarang (*Nested Structure*)

Rancangan tersarang (*Nested structure*) adalah suatu rancangan yang mempunyai sifat bahwa taraf faktor yang satu tersarang dalam faktor yang lain. Dalam rancangan tersarang tidak terjadi interaksi antara 2 faktor. Jika terdapat  $a$  level dari faktor A dan  $b$  level dari faktor B tidak akan terdapat suku interaksi AB (Montgomery, 2013).

Struktur data pada *nested structure* dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

**Tabel 2.2** Struktur Data *Nested Structure*

Tes	Batch 1			...	Batch $a$		
	Produk 1	...	Produk $b$		Produk 1	...	Produk $b$
1	$x_{111}$	$x_{1.1}$	$x_{1b1}$	...	$x_{a11}$	$x_{a.1}$	$x_{ab1}$
2	$x_{112}$	$x_{1.2}$	$x_{1b2}$	...	$x_{a12}$	$x_{a.2}$	$x_{ab2}$
...	$x_{11.}$	$x_{1..}$	$x_{1b.}$	...	$x_{a1.}$	$x_{a..}$	$x_{ab.}$
$n$	$x_{11n}$	$x_{1.n}$	$x_{1bn}$	...	$x_{a1n}$	$x_{a.n}$	$x_{abn}$

Model statistik linier untuk *two stage nested design* adalah sebagai berikut.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{(ij)k} \quad (2.29)$$

dimana :

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

dengan :

$$Y_{ijk} = \text{variabel yang diukur}$$

$$\mu = \text{pengaruh nilai tengah umum}$$

$\tau_i$  = efek taraf faktor A ke- $i$

$\beta_{j(i)}$  = efek taraf faktor B ke- $j$  yang tersarang di dalam A

$\varepsilon_{(ij)k}$  = efek kekeliruan (*error*)

Statistik yang sesuai untuk menguji jika efek faktor A dan faktor B acak maka dapat diasumsikan bahwa  $\tau_i$  adalah NID  $(0, \sigma_\tau^2)$  dan  $\beta_{j(i)}$  adalah NID  $(0, \sigma_\beta^2)$  dengan hipotesis sebagai berikut.

Faktor A

$$H_0 : \sigma_\tau^2 = 0$$

$$H_1 : \sigma_\tau^2 \neq 0$$

Faktor B

$$H_0 : \sigma_\beta^2 = 0$$

$$H_1 : \sigma_\beta^2 \neq 0$$

Daerah kritis :  $H_0$  ditolak, jika  $F > F_{(\alpha; df1, df2)}$

Statistik Uji :

$$F_A = \frac{MSA}{MSB(A)} \quad (2.30)$$

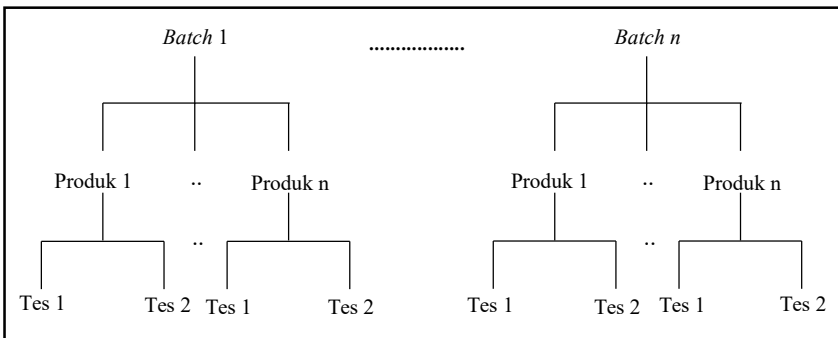
$$F_B = \frac{MSB}{MSE} \quad (2.31)$$

Prosedur pengujian dirangkum dalam tabel analisis varians yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

**Tabel 2.3** Analisis Varians

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Sum of Square</i>	<i>Mean Square</i>
<i>A</i>	$(a-1)$	$\frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i...}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$	$\frac{SS_A}{df_A}$
<i>B(A)</i>	$a(b-1)$	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2 - \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i...}^2$	$\frac{SS_{B(A)}}{df_{B(A)}}$
<i>Error</i>	$ab(n-1)$	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2$	$\frac{SS_E}{df_E}$
<i>Total</i>	$abn-1$	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$	

Struktur produk pada *nested structure* adalah sebagai berikut.

**Gambar 2.1** Struktur Produk *Nested Structure*

(Joglekar, 2003).

## 2.6 Analisis Komponen Varians

Analisis komponen varians adalah suatu metode yang digunakan untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen-komponen yang mengukur dari berbagai sumber keragaman (Joglekar, 2003). Metode estimasi komponen varians

terdiri dari metode estimasi ANOVA dan metode estimasi maksimum likelihood. Metode estimasi ANOVA di dapat dengan penurunan nilai harapan jumlah kuadrat galat dan jumlah kuadrat perlakuan. Metode estimasi dapat mengestimasi model random dan campuran baik pada data seimbang ataupun tidak seimbang (Montgomery, 2013).

Struktur bersarang didesain untuk mengestimasi komponen varians meliputi (Joglekar, 2003).

1. Varians total yang dilambangkan dengan  $\sigma_t^2$ .
2. Varians diantara subgroup yang dilambangkan dengan  $\sigma_b^2$ .
3. Varians produk-produk diantara subgroup dilambangkan dengan  $\sigma_p^2$ .
4. Varians hasil pengukuran diantara produk dilambangkan dengan  $\sigma_e^2$ .

Sehingga didapatkan estimasi komponen varians adalah sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \sigma_b^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2 \quad (2.32)$$

**Tabel 2.4** Analisis Komponen Varians

<i>Source</i>	<i>Expected Mean Square</i>
A	
$i = 1, 2, \dots a$	$\sigma_e^2 + n\sigma_B^2 + bn\sigma_A^2$
B	
$j = 1, 2, \dots b$	$\sigma_e^2 + n\sigma_B^2$
Error	
$k = 1, 2, \dots n$	$\sigma_e^2$

## 2.7 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan kebutuhan atau syarat dari konsumen atau spesifikasi yang diharapkan oleh manajemen perusahaan. Analisis kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui suatu proses berjalan secara kapabel atau tidak (menghasilkan produk/jasa yang sesuai spesifikasinya). Syarat-

syarat proses kapabel yaitu presisi dan akurasi proses tinggi (Joglekar, 2003).

### 2.7.1 Indeks $Pp$

Indeks  $Pp$  digunakan untuk menyatakan tingkat presisi. Presisi adalah ukuran kedekatan antara satu pengamatan dengan pengamatan lain yang ukurannya dapat ditunjukkan oleh variabilitas ( $\sigma$ ). Indeks  $Pp$  digunakan ketika proses tidak terkendali (Joglekar, 2003)

Perhitungan untuk nilai rasio kapabilitas proses adalah sebagai berikut.

$$\hat{Pp} = \frac{BSA - BSB}{6s} \quad (2.33)$$

dimana :

$BSB$  : Batas spesifikasi bawah

$BSA$  : Batas spesifikasi atas

### 2.7.2 Indeks $Ppk$

Indeks  $Ppk$  digunakan untuk menyatakan tingkat akurasi. Akurasi adalah ukuran kedekatan hasil pengamatan dengan nilai target. Indeks  $Ppk$  digunakan untuk mengukur performansi proses ketika proses tidak terkendali. Rumusan untuk  $Ppk$  yaitu (Joglekar, 2003).

Perhitungan untuk nilai rasio indeks kapabilitas proses adalah sebagai berikut.

$$P_{pk} = \min(P_{pu}; P_{pl}) \quad (2.34)$$

dimana :

$$P_{pu} = \frac{BSA - \bar{X}}{3s} \quad (2.35)$$

$$P_{pl} = \frac{\bar{X} - BSB}{3s} \quad (2.36)$$

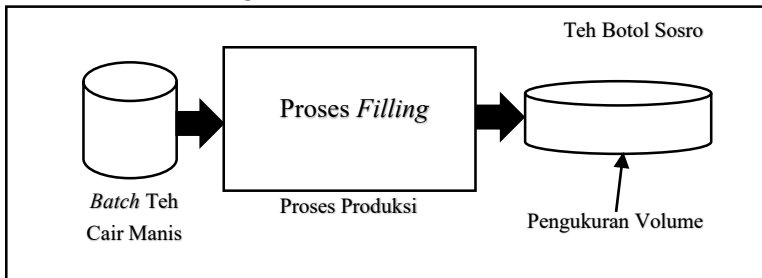
## 2.8 Proses Pengisian Teh Cair Manis

Teh cair manis dari unit pemasakan yang telah dilewatkan dari unit pasteurisasi akan dialirkan ke mesin pengisi (*filler*). *Filler*

akan memasukkan teh cair manis ke dalam botol. Botol masuk melalui *infeed worm* menuju *entry star wheel* untuk diletakkan di tengah support pada elemen pengangkat sampai botol menekan elemen pengisian. *Cylinder table* akan berputar sampai *retraction rooler* pada elemen pengangkat bergerak sepanjang *retracting cam* dan menekan *piston rod* dan *bottle support* secara mekanis. Setelah itu botol akan keluar dari *star wheel* dan pegas akan menarik elemen pengangkat sampai botol-botol berikutnya masuk.

*Filler* bekerja dalam kondisi vakum dengan adanya *exhauster* yang menghisap udara dalam botol dan teh kemudian akan mengalir ke dalam botol akibat adanya tekanan statis pada *filler*. Saat botol dilepas, kevakuman akan menghisap kembali teh yang terdapat pada pipa dalam *filler* sehingga tidak ada teh yang menetes saat proses berlangsung.

Secara sistematis bagian proses *filling* untuk perencanaan kualitas adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.2** Proses Pengisian Teh Cair Manis



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Pengambilan data primer dilakukan dengan melakukan pengukuran volume Teh Botol Sosro 220 ml pada tanggal 2 Maret 2016 di PT. Sinar Sosro Mojokerto yang berlokasi di Jl. Ir. Sutami Lingkar Awang-awang Mojokerto. Subgroup yang digunakan adalah *batch* karena diduga varians dari antar *batch* cukup tinggi dan heterogen, sedangkan di dalam *batch* homogen. Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 menit sekali yang dilakukan di Pos 3 (*light inspection*) dengan mengambil 1 produk Teh Botol Sosro 220 ml. Setiap *batch* akan diambil 11 botol Teh Botol Sosro 220 ml yang akan dijadikan sebagai sampel. Sampel yang terpilih akan 2x diukur yaitu dengan menggunakan gelas ukur kaca dan plastik, dimana akan diketahui volume dari sampel tersebut.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah volume pada Teh Botol Sosro 220 ml. Volume dapat dikatakan standart jika berada pada batas spesifikasi yaitu  $220 \pm 4$  ml. Struktur data yang digunakan untuk peta kendali variabel adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Data Peta Kendali  $\bar{x} - s$

Subgroup	Ukuran sampel				$\bar{x}$	s
	1	2	...	11		
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{1.}$	$x_{1(11)}$	$\bar{x}_1$	$s_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{2.}$	$x_{2(11)}$	$\bar{x}_2$	$s_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{3.}$	$x_{3(11)}$	$\bar{x}_3$	$s_3$
...	$x_{.1}$	$x_{.2}$	$x_{..}$	$x_{.(11)}$	$\bar{x}_{...}$	$s_{...}$
11	$x_{(11)1}$	$x_{(11)2}$	$x_{(11).}$	$x_{(11)(11)}$	$\bar{x}_{11}$	$s_{11}$
	Rata-rata				$\bar{\bar{x}}$	$\bar{s}$

Sedangkan struktur data yang digunakan untuk *nested structure* dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

**Tabel 3.2** Struktur Data *Nested Structure*

Tes	Batch 1		...		Batch 11	
	Produk 1	...	Produk 11	...	Produk 1	Produk 11
1	$x_{111}$	$x_{1.1}$	$x_{1(11)1}$	...	$x_{(11)11}$	$x_{(11)(11)1}$
2	$x_{112}$	$x_{1.2}$	$x_{1(11)2}$	...	$x_{(11)12}$	$x_{(11)(11)2}$

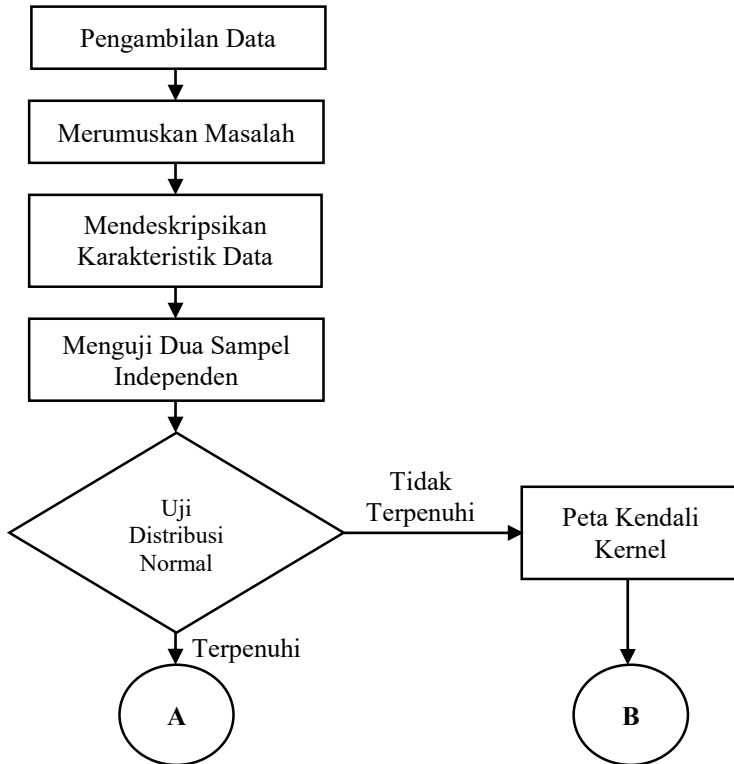
**3.3 Langkah Penelitian**

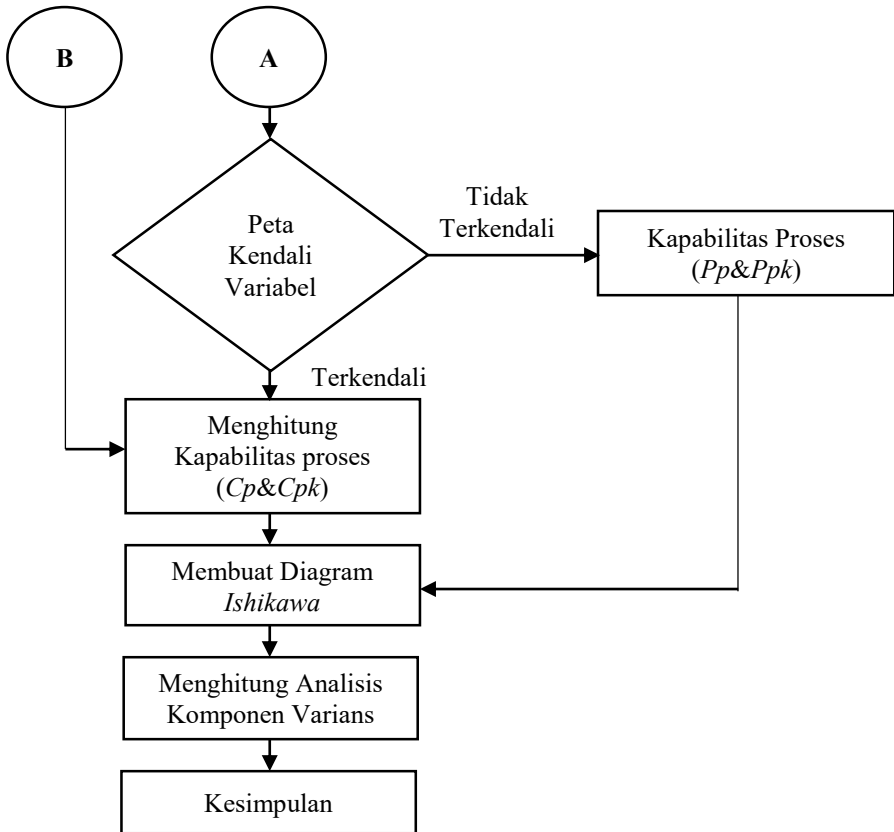
Langkah – langkah dalam penelitian ini yang dilakukan sesuai dengan studi kasus di PT. Sinar Sosro adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data  
Pengumpulan data menggunakan data primer yang didapatkan dari PT. Sinar Sosro, Mojokerto dengan melakukan pengukuran volume Teh Botol Sosro 220 ml.
2. Melakukan analisis data sebagai berikut.
  - a. Mendeskripsikan karakteristik data.
  - b. Melakukan pengujian uji dua sampel independen untuk mengetahui apakah gelas ukur kaca dan plastik memiliki rata-rata yang sama dengan menggunakan *t-test*.
  - c. Melakukan pengujian distribusi normal dengan menggunakan uji *Ryan Joiner*.
  - d. Membuat peta kendali  $\bar{x} - s$ .
  - e. Mengukur kapabilitas proses dan indeks kapabilitas proses
  - f. Membuat diagram *Ishikawa* untuk mengetahui akar penyebab volume tidak terkendali.
  - g. Mengetahui akar permasalahan pada volume tidak terkendali secara statistik dengan menggunakan analisis komponen varians.
3. Membuat kesimpulan  
Kesimpulan yang dibuat menjawab rumusan masalah penelitian.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian dalam melakukan analisis dapat digambarkan dalam sebuah diagram alir penelitian yang menjelaskan dari awal sampai akhir pembuatan laporan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Statistika Deskriptif**

Analisis statistika deskriptif digunakan untuk mengetahui karakteristik data dari volume Teh Botol Sosro 220 ml yang sesuai pada Lampiran A. Hasil analisis statistika deskriptif dapat dilihat pada Lampiran B.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa volume Teh Botol Sosro 220 ml memiliki rata-rata yaitu 219,61 ml, artinya rata-rata volume sebesar 219,61 ml dan masih berada pada batas spesifikasi bawah yaitu 216 ml dan batas spesifikasi atas yaitu sebesar 224 ml. Berdasarkan nilai *St. Deviasi* karakteristik volume memiliki *St. Deviasi* cukup tinggi yaitu 2,50 yang berarti hasil pengamatannya sangat beragam sehingga perlu menjadi perhatian utama dalam melakukan pengendalian kualitas. Pengamatan volume Teh Botol Sosro 220 ml memiliki rentang 212 ml sampai 228 ml. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil pengamatannya tidak sesuai dengan batas spesifikasi yaitu sebesar  $220 \pm 4$  ml.

#### **4.2 Uji Asumsi Distribusi Normal**

Sebelum melakukan analisis pengendalian proses baik dalam variabilitas maupun *mean*, dilakukan uji asumsi terlebih dahulu untuk mengetahui apakah pengamatan hasil uji mekanis memenuhi asumsi distribusi normal. Perumusan hipotesis dari pengujian asumsi distribusi normal adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Data volume Teh Botol Sosro 220 ml memenuhi asumsi distribusi normal

$H_1$  : Data volume Teh Botol Sosro 220 ml tidak memenuhi asumsi distribusi normal

Taraf signifikan yang digunakan sebesar 0,05 dengan daerah keputusan  $H_0$  ditolak jika nilai  $R$  hitung lebih kecil dari  $R$  tabel yaitu sebesar 0,9835 atau *P-Value* kurang dari taraf signifikan yang telah ditentukan.

Hasil analisis uji asumsi distribusi normal dengan pengujian *Ryan Joiner* yang sesuai pada persamaan (2.1) dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Hasil Uji Asumsi Distribusi Normal

Karakteristik	<i>Ryan Joiner</i>	P-Value
Volume TBS 220 ml	0,998	0,100

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai statistik uji sebesar 0,998 lebih besar dari 0,9835 dengan nilai P-Value sebesar 0,100 >  $\alpha$  yaitu 0,05 sehingga dapat diputuskan  $H_0$  gagal ditolak, artinya asumsi distribusi normal terpenuhi pada volume Teh Botol Sosro 220 ml dan analisis selanjutnya dapat dilakukan.

### 4.3 Uji Dua Sampel Independen (*t-test*)

Uji dua sampel independen digunakan untuk mengetahui apakah rata-rata gelas ukur kaca dan plastik yang digunakan untuk mengukur volume Teh Botol Sosro 220 ml sama atau berbeda. Analisis dan pembahasan adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$  (rata-rata gelas ukur kaca dan plastik adalah sama)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$  (rata-rata gelas ukur kaca dan plastik adalah berbeda)

Pada pengujian ini digunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan daerah keputusan  $H_0$  ditolak, jika  $t > 1,651$  atau P-Value kurang dari 0,05. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.3) dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

**Tabel 4.2** T-Test Gelas Ukur Kaca dan Plastik

<i>t-test</i>	<i>T</i>	<i>Df</i>	<i>P-value</i>
Kaca – Plastik	0,90	240	0,369

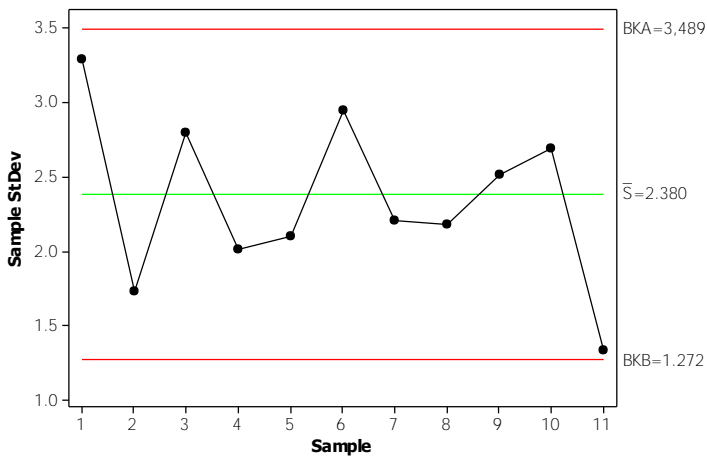
Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai  $t_{hitung}$  kurang dari  $t_{(0,025;240)}$  yaitu  $(0,90 < 1,651)$  dan nilai P-value lebih dari 0,05 yaitu sebesar 0,369 sehingga diperoleh keputusan  $H_0$  gagal ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan antara rata-rata volume yang diukur dengan menggunakan gelas ukur kaca dan plastik. Nilai  $t$  hitung bernilai positif, berarti rata-rata volume pada gelas ukur kaca lebih tinggi daripada volume pada gelas ukur plastik.

#### 4.4 Pengendalian Variabilitas dan *Mean* Proses

Pengendalian kualitas dilakukan untuk mengetahui apakah proses pengisian volume Teh Botol Sosro 220 ml masih berada pada batas kendali. Pengendalian variabilitas dengan menggunakan peta kendai  $s$ , sedangkan peta kendali  $\bar{x}$  digunakan untuk *mean* proses.

##### 4.4.1 Pengendalian variabilitas proses

Pengendalian variabilitas proses pada karakteristik kualitas volume Teh Botol Sosro 220 ml pada data di Lampiran A dilakukan dengan menggunakan peta kendali  $s$ . Pengendalian variabilitas proses dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui apakah variansnya terkendali secara statistik atau belum, apabila sudah terkendali secara statistik maka dapat dilanjutkan pada *mean* proses. Peta kendali  $s$  diperoleh dari persamaan (2.5) Hasil dan analisis disajikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



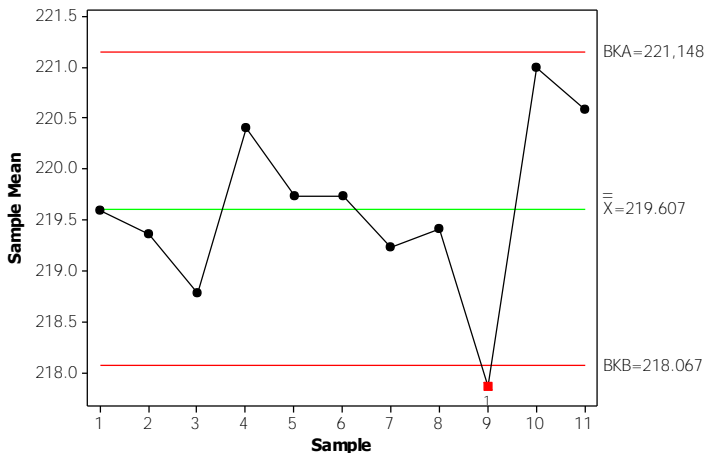
**Gambar 4.1** Peta Kendali untuk Monitoring Variabilitas

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa variabilitas proses pada karakteristik kualitas volume Teh Botol Sosro 220 ml telah terkendali secara statistik, dapat dilihat bahwa tidak adanya titik-titik pengamatan yang diluar batas kendali atas yaitu 3,489 serta

batas kendali bawah yang bernilai 1,272. Selanjutnya batas kendali dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya.

#### 4.4.2 Pengendalian *mean* proses

Setelah dilakukan pengendalian terhadap variabilitas proses menggunakan peta kendali *s*, selanjutnya dapat dilakukan pengendalian terhadap *mean* proses dengan menggunakan peta kendali  $\bar{x}$  yang sesuai pada persamaan (2.21). Dengan menggunakan data yang sama pada Lampiran A, hasil analisis *mean* proses pada karakteristik kualitas volume Teh Botol Sosro 220 ml dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



**Gambar 4.2** Peta Kendali untuk Monitoring Proses *Mean*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa ada 1 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali bawah yang bernilai 218,067. Hal ini menunjukkan bahwa *mean* proses pada karakteristik kualitas volume Teh Botol Sosro 220 ml belum terkendali secara statistik. Pengamatan yang ke-9 merupakan proses produksi pada *batch* 9 yang dilakukan pada *shift* ketiga yaitu pukul 01.50 WIB – 03.40 WIB sehingga selanjutnya perlu untuk dilakukan identifikasi penyebab tidak terkendalinya *mean* proses.

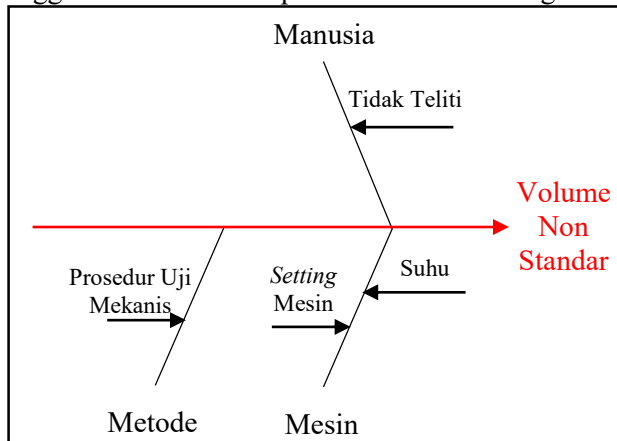


#### 4.5 Identifikasi Penyebab Tidak Terkendalinya Proses

Berdasarkan analisis sebelumnya diketahui terdapat 1 pengamatan yang berada diluar batas kendali pada *mean* proses, sehingga perlu dilakukan identifikasi penyebab terjadinya *out of control* sebagai berikut.

##### 4.5.1 Diagram *ishikawa*

Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *out of control* dapat diketahui dengan menggunakan diagram *Ishikawa* berdasarkan *check sheet* proses produksi Teh Botol Sosro 220 ml pada tanggal 2 Maret 2016 seperti Gambar 4.3 sebagai berikut.



**Gambar 4.3** Diagram Ishikawa

Gambar 4.3 menunjukkan beberapa faktor penyebab tidak terkendalinya proses diantaranya adalah sebagai berikut.

- Faktor manusia yaitu teknisi yang tidak teliti dalam melakukan *maintenance* dan operator yang tidak teliti pada bagian *filling inspector*
- Faktor metode yaitu prosedur uji mekanis pada proses *filling*
- Faktor mesin yaitu usia mesin, suhu mesin yang terlalu rendah dan *setting* mesin yang berubah

##### 4.5.2 Rancangan tersarang (*nested design*)

Rancangan tersarang (*nested design*) digunakan dalam menganalisis proses untuk mengidentifikasi faktor utama

variabilitas pada volume tidak terkendali yang terdiri dari faktor *batch* dan faktor produk (proses produksi). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

Hipotesis faktor *batch* :

$H_0 : \sigma_B^2 = 0$  (Tidak ada pengaruh antara *batch* terhadap volume tidak terkendali)

$H_1 : \sigma_B^2 \neq 0$  (Ada pengaruh antara *batch* terhadap volume tidak terkendali)

Hipotesis faktor produk :

$H_0 : \sigma_P^2 = 0$  (Tidak ada pengaruh antara produk terhadap volume tidak terkendali)

$H_1 : \sigma_P^2 \neq 0$  (Ada pengaruh antara produk terhadap volume tidak terkendali)

Taraf signifikan yang digunakan sebesar 0,05 dengan daerah kritis yaitu  $H_0$  ditolak, jika  $F > F_{(0,05;df1,df2)}$  atau *P-Value* kurang dari 0,05. Berdasarkan data pada Lampiran A, maka statistik uji yang digunakan pada faktor *batch* mengacu pada persamaan (2.30) sedangkan pada faktor produk (proses produksi) sesuai pada persamaan (2.31).

Analisis dan pembahasan dapat ditunjukkan pada Tabel 4.3 dibawah ini.

**Tabel 4.3** ANOVA *Nested Design*

<i>Source</i>	DF	SS	MS	F	$F_{(0,05;df1,df2)}$	<i>P-Value</i>
<i>Batch</i>	10	166,2975	16,6298	1,408	1,909	0,186
Produk	110	1298,9091	11,8083	<b>37,112</b>	1,358	0,000
<i>Error</i>	121	38,5000	0,3182			
Total	241	1503,7066				

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada faktor *batch*, nilai  $F < F_{(0,05;10,121)}$  yaitu sebesar  $(1,408 < 1,909)$  sehingga diperoleh keputusan  $H_0$  gagal ditolak, artinya tidak ada pengaruh yang signifikan pada *batch* terhadap volume yang tidak terkendali. Sedangkan, pada faktor produk (proses produksi) dapat diambil keputusan  $H_0$  ditolak, karena diperoleh nilai  $F > F_{(0,05;100,121)}$  yaitu sebesar  $(37,112 > 1,358)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa ada

pengaruh yang signifikan antara produk (proses produksi) terhadap volume yang tidak terkendali.

#### 4.5.3 Analisis komponen varians

Setelah dilakukan identifikasi menggunakan diagram *Ishikawa* perlu dilakukan identifikasi penyebab adanya *out of control* secara statistik dengan menggunakan analisis komponen varians yaitu dengan rancangan tersarang. Faktor yang menyebabkan volume Teh Botol Sosro 220 ml *out of control* yaitu *batch*, produk (proses produksi), dan pengukurannya. Faktor penyebab *out of control* dapat dilihat melalui nilai varians terbesar dari ketiga faktor tersebut.

**Tabel 4.4** Analisis Komponen Varians

Sumber	Komponen Varians	% Total	St. Dev
<i>Batch</i>	0,219	3,49	0,468
Proses Produksi	<b>5,745</b>	<b>91,45</b>	<b>2,397</b>
Pengukuran	0,318	5,06	0,564
Total	6,282		2,506

Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa sumber varians terbesar yang menyebabkan karakteristik kualitas volume Teh Botol Sosro 220 ml tidak terkendali yaitu karena faktor proses produksi dengan kontribusi variansnya sebesar 91,45%. Hal ini dikarenakan pada proses pengisian teh, *filler* bekerja dalam kondisi vakum dengan adanya *exhauster* yang menghisap udara dalam botol. Jika rantai botol penuh tidak putus sampai produksi atau tidak terjadi *break down* maka *ring ball* yang merupakan sistem pengisian dapat mengisi volume pada botol dengan sama. Namun, jika rantai botol terputus menyebabkan volume lebih karena *ring ball* yang terdiri dari 74 *filling* tidak terisi secara penuh. Selain itu, karet yang digunakan untuk menutupi agar tidak terdapat rongga udara aus menyebabkan rongga udara keluar dan tidak rapat, sehingga volume Teh Botol Sosro 220 ml menjadi kurang. Hal ini menyebabkan volume tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan.

#### 4.6 Indeks Kapabilitas Proses

Pengendalian terhadap variabilitas dan *mean* proses menunjukkan bahwa pada *mean* proses belum terkendali secara statistik, sehingga dilakukan analisis indeks kapabilitas proses pada Lampiran A menggunakan *Pp* dan *Ppk* untuk mengetahui seberapa besar performansi proses dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan yaitu  $220 \pm 4$  ml.

Perhitungan pada indeks *Pp* berdasarkan pada persamaan (2.33) sedangkan pada indeks *Ppk* sesuai pada persamaan (2.34) sehingga didapatkan indeks kapabilitas proses pengisian volume Teh Botol Sosro 220 ml sebagai berikut.

**Tabel 4.5** Indeks Kapabilitas Proses

Karakteristik Kualitas	<i>Pp</i>	<i>Ppk</i>
Volume	0,53	0,48

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai  $Pp < 1$  yaitu sebesar 0,53 sehingga dapat dikatakan presisi atau kedekatan antar pengamatan kurang baik atau masih rendah. Presisi yang kurang baik menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan yang relatif tinggi terhadap hasil pengamatan. Sedangkan nilai  $Ppk < 1$  dengan nilai sebesar 0,48, artinya tingkat akurasi masih kurang baik atau volume masih belum sesuai dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan. Sehingga, perlu dilakukan adanya pemantauan secara terus-menerus pada sistem proses produksi dan fokus terhadap karakteristik kualitas volume Teh Botol Sosro 220 ml.

## LAMPIRAN

### Lampiran A Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml

<i>Batch</i>	<i>Jam</i>	<i>Produk</i>	<i>Alat Ukur</i>	<i>Volume</i>	<i>Keterangan</i>
1	T 09.06 C	1	1	220	Awal Produksi
		1	2	218	
1	T 09.20 C	2	1	224	
		2	2	224	
1	T 09.30 C	3	1	220	
		3	2	218	
1	T 09.41 C	4	1	220	
		4	2	218	
1	T 09.50 C	5	1	212**	Botol tidak standart
		5	2	212**	Botol tidak standart
1	T 10.00 C	6	1	218	
		6	2	218	
1	T 10.10 C	7	1	222	
		7	2	222	
1	T 10.20 C	8	1	224	
		8	2	223	
1	T 10.30 C	9	1	222	
		9	2	222	
1	T 10.40 C	10	1	219	
		10	2	219	
1	T 10.50 C	11	1	218	
		11	2	218	
2	T 11.03 C	1	1	222	
		1	2	222	
2	T 11.10 C	2	1	218	
		2	2	218	
2	T 11.20 C	3	1	220	
		3	2	220	
2	T 11.30 C	4	1	219	
		4	2	218	

**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<b>Jam</b>	<b>Produk</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Volume</b>	<b>Keterangan</b>
2	T 11.40 C	5	1	219	
		5	2	220	
2	T 11.50 C	6	1	219	
		6	2	219	
2	T 12.00 C	7	1	220	
		7	2	220	
2	T 12.10 C	8	1	222	
		8	2	222	
2	T 12.20 C	9	1	216	
		9	2	216	
2	T 12.30 C	10	1	220	
		10	2	220	
2	T 12.40 C	11	1	218	
		11	2	218	
3	T 12.56 C	1	1	220	
		1	2	220	
3	T 13.00 C	2	1	217	
		2	2	216	
3	T 13.10 C	3	1	218	
		3	2	218	
3	T 13.20 C	4	1	218	
		4	2	216	
3	T 13.40 C	5	1	224	
		5	2	224	
3	T 13.50 C	6	1	220	
		6	2	220	
3	T 14.00 C	7	1	215	
		7	2	215	
3	T 14.10 C	8	1	222	
		8	2	220	
3	T 14.20 C	9	1	217	
		9	2	217	

**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<i>Jam</i>	<i>Produk</i>	<i>Alat Ukur</i>	<i>Volume</i>	<i>Keterangan</i>
3	T 14.30 C	10	1	216	
		10	2	216	
3	T 14.58 C	11	1	222	<i>Break Down</i>
		11	2	222	
4	T 15.10 C	1	1	220	
		1	2	218	
4	T 15.20 C	2	1	222	
		2	2	222	
4	T 15.30 C	3	1	217	
		3	2	218	
4	T 15.42 C	4	1	224	
		4	2	223	
4	T 15.50 C	5	1	222	
		5	2	222	
4	T 16.00 C	6	1	223	
		6	2	223	
4	T 16.10 B	7	1	221	
		7	2	220	
4	T 16.20 B	8	1	220	
		8	2	220	
4	T 16.40 B	9	1	220	
		9	2	218	
4	T 16.50 B	10	1	220	
		10	2	220	
4	T 17.01 B	11	1	218	
		11	2	218	
5	T 17.07 B	1	1	220	
		1	2	220	
5	T 17.10 B	2	1	220	
		2	2	218	
5	T 17 30 B	3	1	220	
		3	2	220	

**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<i>Jam</i>	<i>Produk</i>	<i>Alat Ukur</i>	<i>Volume</i>	<i>Keterangan</i>
5	T 17.40 B	4	1	220	
		4	2	220	
5	T 17.50 B	5	1	222	
		5	2	222	
5	T 18.00 B	6	1	222	
		6	2	220	
5	T 18.10 B	7	1	219	
		7	2	219	
5	T 18.30 B	8	1	216	<i>Break Down</i>
		8	2	215	
5	T 18.40 B	9	1	224	
		9	2	223	
5	T 18.51 B	10	1	218	
		10	2	218	
5	T 19.10 B	11	1	219	
		11	2	219	
6	T 19.20 B	1	1	214**	Botol tidak standart
		1	2	214**	Botol tidak standart
6	T 19.30 B	2	1	217	
		2	2	217	
6	T 19.40 B	3	1	218	
		3	2	217	
6	T 19.50 B	4	1	222	
		4	2	222	
6	T 20.00 B	5	1	222	
		5	2	223	
6	T 20.10 B	6	1	220	
		6	2	219	
6	T 20.20 B	7	1	218	
		7	2	218	
6	T 20.42 B	8	1	224	
		8	2	224	



**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<i>Jam</i>	<i>Produk</i>	<i>Alat Ukur</i>	<i>Volume</i>	<i>Keterangan</i>
6	T 21.00 B	9	1	220	
		9	2	219	
6	T 21.30 B	10	1	223	
		10	2	223	
6	T 21.40 B	11	1	220	
		11	2	220	
7	T 21.44 B	1	1	218	
		1	2	216	
7	T 21.50 B	2	1	218	
		2	2	218	
7	T 22.00 B	3	1	220	
		3	2	220	
7	T 22.10 B	4	1	224	
		4	2	224	
7	T 22.33 B	5	1	216	
		5	2	216	
7	T 22.40 B	6	1	220	
		6	2	219	
7	T 23.00 B	7	1	220	
		7	2	219	
7	T 23.11 B	8	1	222	
		8	2	221	
7	T 23.20 B	9	1	220	
		9	2	220	
7	T 23.30 B	10	1	218	
		10	2	218	
7	T 23.40 B	11	1	218	
		11	2	218	
8	T 23.50 B	1	1	220	
		1	2	218	
8	T 00.10 A	2	1	225	<i>Break Down</i>
		2	2	225	

**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<b>Jam</b>	<b>Produk</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Volume</b>	<b>Keterangan</b>
8	T 00.20 A	3	1	219	
		3	2	220	
8	T 00.30 A	4	1	220	
		4	2	219	
8	T 00.40 A	5	1	219	
		5	2	219	
8	T 00.50 A	6	1	217	
		6	2	217	
8	T 01.00 A	7	1	220	
		7	2	220	
8	T 01.11 A	8	1	218	
		8	2	218	
8	T 01.20 A	9	1	221	
		9	2	220	
8	T 01.30 A	10	1	217	
		10	2	217	
8	T 01.40 A	11	1	220	
		11	2	218	
9	T 01.50 A	1	1	219	
		1	2	219	
9	T 02.00 A	2	1	222	
		2	2	221	
9	T 02.10 A	3	1	219	
		3	2	219	
9	T 02.20 A	4	1	216	
		4	2	217	
9	T 02.30 A	5	1	215	
		5	2	215	
9	T 02.40 A	6	1	215	
		6	2	215	
9	T 02.50 A	7	1	216	
		7	2	216	

**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<b>Jam</b>	<b>Produk</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Volume</b>	<b>Keterangan</b>
9	T 03.00 A	8	1	222	
		8	2	222	
9	T 03.20 A	9	1	217	
		9	2	217	
9	T 03.30 A	10	1	215	
		10	2	216	
9	T 03.40 A	11	1	220	
		11	2	220	
10	T 03.45 A	1	1	220	
		1	2	220	
10	T 03.50 A	2	1	220	
		2	2	220	
10	T 04.11 A	3	1	218	
		3	2	218	
10	T 04.20 A	4	1	223	
		4	2	223	
10	T 04.32 A	5	1	227	
		5	2	228	
10	T 04.40 A	6	1	219	
		6	2	219	
10	T 04.50 A	7	1	221	
		7	2	221	
10	T 05.01 A	8	1	222	
		8	2	222	
10	T 05.20 A	9	1	222	
		9	2	222	
10	T 05.30 A	10	1	218	
		10	2	217	
10	T 05.40 A	11	1	221	
		11	2	221	
11	T 05.50 A	1	1	220	
		1	2	220	

**Lampiran A** Data Pengamatan Volume Teh Botol Sosro 220 ml  
(lanjutan)

<i>Batch</i>	<b>Jam</b>	<b>Produk</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Volume</b>	<b>Keterangan</b>
11	T 06.00 A	2	1	221	
		2	2	221	
11	T 06.10 A	3	1	220	
		3	2	220	
11	T 06.20 A	4	1	219	
		4	2	219	
11	T 06.32 A	5	1	220	
		5	2	220	
11	T 06.40 A	6	1	222	
		6	2	220	
11	T 06.50 A	7	1	223	
		7	2	224	
11	T 07.00 A	8	1	221	
		8	2	221	
11	T 07.10 A	9	1	219	
		9	2	219	
11	T 07.20 A	10	1	220	
		10	2	220	
11	T 07.35 A	11	1	222	
		11	2	222	Akhir Produksi

**Keterangan :**

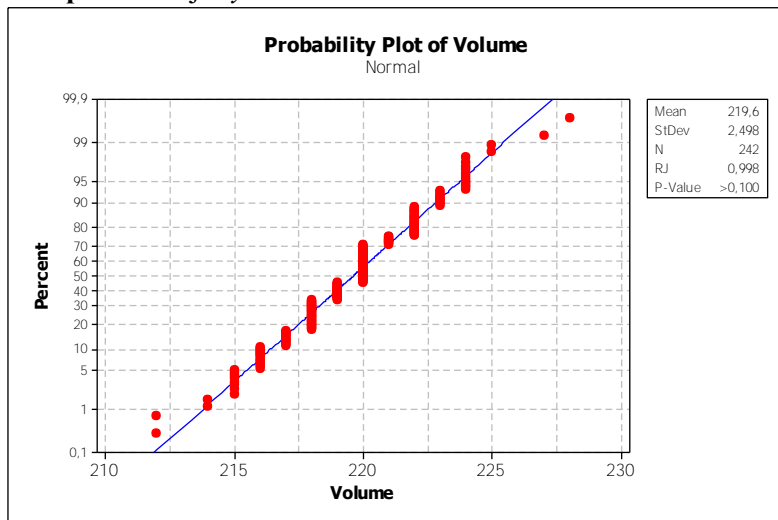
- a. Alat ukur 1 merupakan gelas ukur kaca sedangkan alat ukur 2 merupakan gelas ukur plastik.
- b. \*\*) Botol tidak standar, permukaan dalam botol pada bagian dasar lebih tebal, volume 212 ml dan 214 ml masih memenuhi dan sesuai dengan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia nomor 31/M-DAG/PER/10/2011 tentang barang dalam keadaan terbungkus. Pada volume Teh Botol Sosro 220 ml (200 s/d 300) memiliki batas kesalahan yang diizinkan sebesar 9 ml. Sehingga batas kesalahan yang diizinkan pada Teh Botol Sosro 220 ml tidak boleh kurang dari 211 ml.

## Lampiran B Karakteristik Data Volume Teh Botol Sosro 220 ml

### Descriptive Statistics: Volume

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
Volume	219.61	2.50	212.00	228.00

## Lampiran C Uji Ryan Joiner



## Lampiran D Uji Dua Sampel Independen (*t*-test)

	t-test for Equality of Means				
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	.900	240	.369	.28926	.32127
Equal variances not assumed	.900	239.930	.369	.28926	.32127

**Lampiran E Analisis Komponen Varians****Nested ANOVA: Volume TBS versus Batch, Produk**

Analysis of Variance for Volume TBS

Source	DF	SS	MS	F	P
Batch	10	166.2975	16.6298	1.408	0.186
Produk	110	1298.9091	11.8083	37.112	0.000
Error	121	38.5000	0.3182		
Total	241	1503.7066			

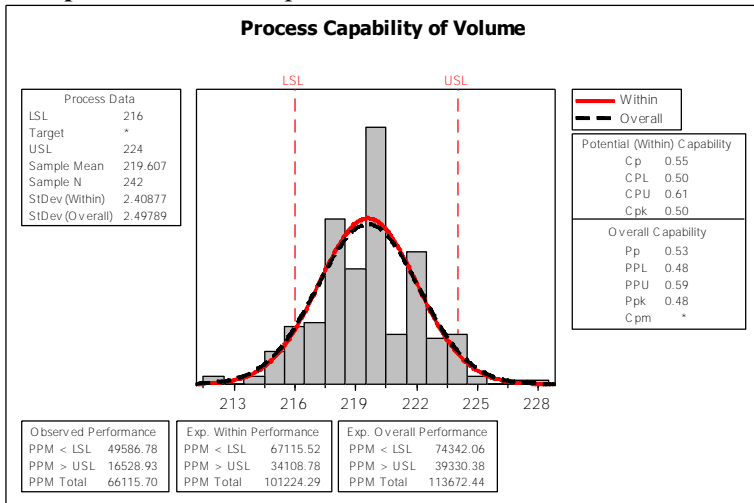
Variance Components

Source	Var	Comp.	% of Total	StDev
Batch		0.219	3.49	0.468
Produk		5.745	91.45	2.397
Error		0.318	5.06	0.564
Total		6.282		2.506

Expected Mean Squares

1	Batch	1.00 (3) + 2.00 (2) + 22.00 (1)
2	Produk	1.00 (3) + 2.00 (2)
3	Error	1.00 (3)

## Lampiran F Indeks Kapabilitas Proses



## Lampiran G Perhitungan Manual *Nested Design*

<i>Batch</i>	Produk	Volume	Y <sub>ij</sub> .	Y <sub>i</sub>	Y <sup>2</sup> <sub>ij</sub> .	Y <sup>2</sup> <sub>ijk</sub>
1	1	220	438	4831	191844	48400
1	1	218				47524
1	2	224	448		200704	50176
1	2	224				50176
1	3	220	438		191844	48400
1	3	218				47524
1	4	220	438		191844	48400
1	4	218				47524
1	5	212	424		179776	44944
1	5	212				44944
1	6	218	436		190096	47524
1	6	218				47524
1	7	222	444		197136	49284
1	7	222				49284
1	8	224	447		199809	50176
1	8	223				49729
1	9	222	444		197136	49284

**Lampiran G** Perhitungan Manual *Nested Design* (lanjutan)

Batch	Produk	Volume	Y <sub>ij</sub>	Y <sub>i</sub>	Y <sup>2</sup> <sub>ij</sub>	Y <sup>2</sup> <sub>ijk</sub>
1	9	222	438		191844	49284
1	10	219				47961
1	10	219				47961
1	11	218	436		190096	47524
1	11	218				47524
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
11	1	220	440	4853	193600	48400
11	1	220				48400
11	2	221	442		195364	48841
11	2	221				48841
11	3	220	440		193600	48400
11	3	220				48400
11	4	219	438		191844	47961
11	4	219				47961
11	5	220	440		193600	48400
11	5	220				48400
11	6	222	442		195364	49284
11	6	220				48400
11	7	223	447		199809	49729
11	7	224				50176
11	8	221	442		195364	48841
11	8	221				48841
11	9	219	438		191844	47961
11	9	219				47961
11	10	220	440		193600	48400
11	10	220				48400
11	11	222	444		197136	49284
11	11	222				49284
Jumlah		53145	53145	53145	23345005	11672541



**Lampiran G** Perhitungan Manual *Nested Design* (lanjutan)

$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi} &= \frac{y_{...}^2}{abn} \\ &= \frac{(53145)^2}{(11)(11)(2)} \\ &= 11671037.293\end{aligned}$
$\begin{aligned}\text{SS}_{\text{Batch}} &= \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i...}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn} \\ &= \frac{1}{(11)(2)} (256766479) - 11671037.293 \\ &= 166.298\end{aligned}$
$\begin{aligned}\text{SS}_{\text{Produk}(\text{Batch})} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2 - \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i...}^2 \\ &= \frac{1}{2} (23345005) - 11671204 \\ &= 1298.909\end{aligned}$
$\begin{aligned}\text{SS}_T &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn} \\ &= 11672541 - 11671037.293 \\ &= 1503.707\end{aligned}$
$\begin{aligned}\text{SS}_E &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij.}^2 \\ &= 11672541 - 11672502.5 \\ &= 38.5\end{aligned}$

### Lampiran H Perhitungan Manual Analisis Komponen Varians

<p>Hasil Pengukuran = <math>\sigma_e^2</math> = 0,318</p>
<p>Produk (proses manufaktur) = <math>\sigma_e^2 + n\sigma_B^2</math>  <math>11,808 = 0,318 + 2\sigma_B^2</math>  <math>11,490 = 2\sigma_B^2</math>  <math>\sigma_B^2 = 5,745</math></p>
<p><math>Batch = \sigma_e^2 + n\sigma_B^2 + bn\sigma_A^2</math>  <math>16,630 = 0,318 + 2(5,745) + (11)(2)\sigma_A^2</math>  <math>16,630 = 0,318 + 11,490 + 22\sigma_A^2</math>  <math>16,630 = 11,808 + 22\sigma_A^2</math>  <math>4,822 = 22\sigma_A^2</math>  <math>\sigma_A^2 = 0,219</math></p>

Sumber	Var. Comp	% of Total	St. Dev
<i>Batch</i>	0,219	3,486	0,468
Produk (Proses Manufaktur)	5,745	91,452	2,397
Pengukuran ( <i>Error</i> )	0,318	5,062	0,564
Total	6,282		2,506

## Lampiran I Surat Keterangan Pengambilan Data

### SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMIPA-ITS dengan identitas berikut :

Nama : Fitria Eviana  
NRP : 1313 030 014

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PT. Sinar Sosro, Mojokerto  
Divisi/ bagian : *Quality Control*

sejak tanggal 01 Maret 2016 sampai dengan 02 Maret 2016 untuk keperluan Tugas Akhir Semester Genap 2015/ 2016.

2. Tidak Keberatan/Keberatan\* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/ Thesis mahasiswa Statistika yang akan di simpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak Keberatan/Keberatan\* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Mojokerto, 18 Juni 2016  
Kepala Bagian  
Departemen *Quality Control*

(  )  
NIK 55071200856

\*(coret yang tidak perlu)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran A</b> Data Volume Teh Botol Sosro 220 ml .....	35
<b>Lampiran B</b> Karakteristik Data.....	42
<b>Lampiran C</b> Uji <i>Ryan Joiner</i> .....	43
<b>Lampiran D</b> Uji Dua Sampel Independen.....	43
<b>Lampiran E</b> Analisis Komponen Varians.....	44
<b>Lampiran F</b> Indeks Kapabilitas Proses.....	45
<b>Lampiran G</b> Perhitungan Manual <i>Nested Design</i> .....	45
<b>Lampiran H</b> Perhitungan Manual Komponen Varians .....	48
<b>Lampiran I</b> Surat Keterangan Pengambilan Data.....	49

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada peta kendali  $s$  diperoleh kesimpulan bahwa variabilitas proses sudah terkendali secara statistik, namun dengan menggunakan peta kendali  $\bar{x}$  maka *mean* proses belum terkendali secara statistik.
2. Berdasarkan analisis komponen varians yang menunjukkan faktor-faktor penyebab proses tidak terkendali adalah proses produksi. Varians komponen pada proses produksi cukup tinggi, sehingga proses produksi menjadi penyebab utama proses tidak terkendali meliputi *setting vacum*, suhu pada mesin yang dapat menyebabkan karet untuk menutup rongga udara menjadi aus.
3. Berdasarkan kapabilitas proses yang telah dilakukan menggunakan  $Pp$  dan  $Ppk$  menunjukkan bahwa proses yang telah dilakukan belum kapabel, sehingga proses perlu dipantau terus-menerus agar produk sesuai dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan.

#### **5.2 Saran**

Sebaiknya PT. Sinar Sosro Mojokerto melakukan pengendalian kualitas secara variabel, tidak hanya secara atribut karena secara variabel perusahaan dapat mengetahui penyebab volume tidak terkendali secara statistik dengan menggunakan analisis kompoenen varians. Penyebab utama volume tidak terkendali adalah pada proses produksi, diharapkan dalam proses *filling* perusahaan melakukan *setting* pada mesin vakum lebih tepat dan fokus pada perencanaan kualitas proses *filling*.

Saran yang perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah dapat menerapkan teori desain eksperimen yaitu rancangan faktorial dengan kombinasi level pada *setting vacum*, suhu sebagai

implementasi dan perbaikan pada proses produksi tersebut. Selain itu pada penelitian selanjutnya dapat melakukan pengendalian terhadap karakteristik kualitas yang lain pada Teh Botol Sosro 220 ml atau karakteristik kualitas pada produk yang lain di PT. Sinar Sosro.

## DAFTAR PUSTAKA

- Devore, J. L., & Berk, K. N. (2007). *Modern Mathematical Statistics with Applications*. New York: Springer.
- Joglekar, A. M. (2003). *Statistical Methods for Six Sigma In R&D and Manufacturing*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc .
- Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments Eighth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Mukodah, A. (2010). *Pengendalian Kualitas Statistik Proses Bottling Produksi Minuman Teh Botol Sosro Pada PT. Sinar Sosro, Ungaran*. Semarang: Jurusan Matematika, Universitas Diponegoro.
- Priyambodo, R. (2011). *Analisa Kecacatan Kemasan Produk Packaging Fruit Tea Genggam dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis di PT. Sinar Sosro, Gresik*. Surabaya: Jurusan Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists 9th ed*. United States of America: Prentice Hall.



## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Jombang, pada tanggal 11 Maret 1995 dengan nama lengkap Fitria Eviana atau dengan panggilan Évi”. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita Gondang Manis (199-2001), SDN Gondang Manis II (2001-2007), SMPN 3 Peterongan, Darul Ulum (2007-2010), SMAN 3 Jombang (2010-2013) dan masuk kuliah di D-3 Statistika ITS pada tahun 2013.

Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti organisasi ekstra kampus yaitu FORDA IMJ (Ikatan Mahasiswa Jombang) 10 Nopember sebagai

Bendahara pada periode 2014/2015.

Selain berpengalaman dalam organisasi ekstra kampus, penulis juga mempunyai pengalaman kerja sebagai *surveyor* di PT. Pertamina (Persero), PT. Surya Timur Sakti Jatim, PT. Mitra Pinasthika Mulia dan menjadi *Quality Control* serta *Backchecker* di PT. Sinar Sosro KPW Jawa Timur. Selama masa perkuliahan penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen pada Mata Kuliah Desain Eksperimen dan Statistika Non Parametrik. Penulis mempunyai prinsip dalam hidup, yaitu “hidup itu penuh perjuangan, tidak ada usaha dan doa yang sia-sia”. Bagi pembaca yang memiliki saran, kritik dan lain sebagainya dapat disampaikan melalui email: **fitria.eviana@gmail.com**